

# KAJI EKSPERIMENTAL KINERJA TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL TIPE DARRIEUS H 4 BLADE PROFILE NACA 2415 DENGAN VARIASI SUDUT *PITCH*

Muh Wira Tri Kusuma<sup>1</sup>, Azridjal Aziz<sup>2</sup>, Rahmat Iman Mainil<sup>3</sup>

Laboratorium, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Riau

<sup>1</sup>wira3kusuma@gmail.com, <sup>2</sup>azridjal@yahoo.com, <sup>3</sup>rahmat.iman@gmail.com

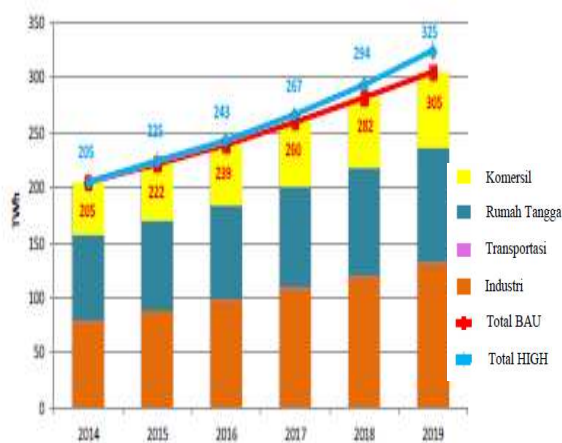
## Abstract

Wind energy including renewable energy development. In previous research for the wind turbine of vertical type Darrieus H profile naca 2415 still slightly, thus lifted the title research on the performance of vertical wind turbine type Darrieus H profile naca 2415. The purpose of this research is to find the effect on the performance of the pitch angle for the vertical wind turbine type darrieus H with profile NACA 2415. This research uses experimental method, with varying wind speed and angle of pitch given of the wind speed 3.6 m/s, 4.15 m/s, 5.04 m/s and the variation the angle of pitch 0°, 10°, 20°, with a load of 250 grams. As for capturing data is wind speed and rotation shaft. The results of research on wind speed 3,69 m/s performance turbine are highest in large Angle of pitch 0°, with large value CP = 4,35 %, wind speed 4,15 m/s performance turbine more effective in large angle of pitch 0°, with large value CP = 3,80 % , wind speed 5,04 m/s performance turbine effective in large angle of pitch 0°, with large value CP = 2,42 % .

Keyword: Darrieus H, Angle of pitch, Blade, NACA 2415

## 1. Pendahuluan

Kebutuhan energi berbanding lurus dengan pertumbuhan penduduk, pertumbuhan ekonomi dan pola konsumsi energi yang terus meningkat. Proyeksi kebutuhan listrik di Indonesia yang harus dipenuhi oleh PLN dapat dilihat pada Gambar 1:



Gambar 1 Kebutuhan Listrik Yang Harus Dipenuhi PLN (Sugiono, 2014)

El-Samanoudy dkk pada tahun 2010 meneliti kinerja turbin sumbu vertical Darrieus tipe-H dengan parameter uji *profile* bilah NACA 0024, NACA 4420 dan NACA 4520 dengan panjang *chord* untuk setiap profil dengan ukuran yaitu 8 cm, 12 cm dan 15 cm dengan panjang span 70 cm.

Kemudian sudut *pitch*nya bervariasi 0°, 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60° dan -10° dimana hasil penelitian memaparkan bahwa kinerja turbin diperoleh pada profil NACA 004 panjang *chord* 15 cm, sudut *pitch* 10° dan *radius* 40 cm dimana pada kondisi ini terjadi kenaikan kinerja sebesar 25 %.

Indra Herlamba Siregar pada tahun 2014 meneliti tentang pengaruh perubahan sudut *pitch* yang besar terhadap kinerja *low solidity* turbin angin sumbu vertikal Darrieus tipe-H dengan bilah *profile* NACA 0018, dimana hasil penelitian memaparkan bahwa kinerja turbin angin sumbu vertikal darrieus tipe-H yang optimum diperoleh pada sudut *pitch* 15° dengan kecepatan angin 3 m/s dengan daya  $4,86 \times 10^{-2}$  Watt dan koefisien kinerja 7,841%.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh sudut *pitch* terhadap kinerja yang dihasilkan oleh turbin angin vertikal tipe darrieus H dengan *profile* NACA 2415.

Turbin angin Darrieus mengaplikasikan *blade* dengan bentuk dasar *airfoil* NACA. Mengacu pada bentuk *blade*, prinsip kerja turbin angin Darrieus memanfaatkan gaya *lift* yang terjadi ketika permukaan *airfoil* NACA dikenai aliran angin. Kelemahan utama dari turbin angin Darrieus yaitu yakni memiliki torsi awal berputar yang sangat kecil hingga tidak dapat melakukan *self start*. Pada aplikasinya, turbin angin Darrieus selalu membutuhkan perangkat bantuan untuk melakukan putaran awal (Napitupulu, 2013).

*Airfoil NACA (National Advisory Committee for Aeronautics)* adalah salah satu bentuk bodi aerodinamika sederhana yang berguna untuk dapat memberikan gaya angkat tertentu terhadap suatu bodi lainnya dan dengan bantuan penyelesaian matematis sangat memungkinkan untuk memprediksi berapa besarnya gaya angkat yang dihasilkan oleh suatu bodi *airfoil*. Geometri *airfoil* memiliki pengaruh besar terhadap karakteristik aerodinamika dengan parameter penting berupa CL, dan kemudian akan terkait dengan gaya angkat yang dihasilkan (Mulyadi, 2010).

## 2. Metode

Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan skala laboratorium. Pengujian dilakukan dengan beberapa variasi sudut *pitch* dan kecepatan angin, adapun variasi sudut *pitch*nya adalah :

- 1 Sudut *pitch* 0°
2. Sudut *Pitch* 10°
3. Sudut *Pitch* 20°

dan variasi kecepatan angin ialah :

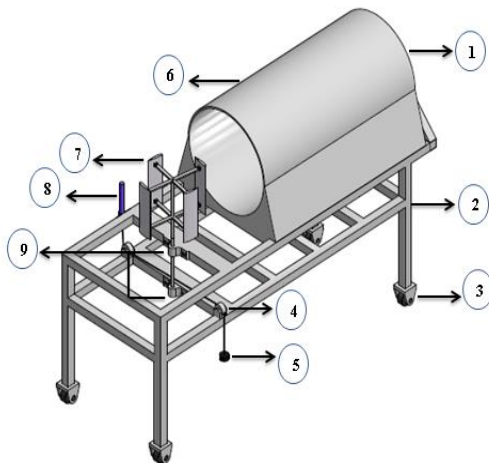
1. Kecepatan angin 3,69 m/s
2. Kecepatan angin 4,15 m/s
3. Kecepatan angin 5,04 m/s

Alat ukur digunakan untuk mengukur besaran-besaran atau parameter pada pengujian. Alat ukur dipasang pada titik-titik yang perlu diuji dan diambil datanya. Alat ukur yang diperlukan yaitu:

- 1) *Anemometer* (alat ukur kecepatan angin)
- 2) *Tachometer* (alat ukur putaran poros)

Adapun data yang diambil ialah data kecepatan angin dan data putaran poros, dimana data kecepatan angin diambil sebanyak 20 titik kemudian dirata-ratakan, sedangkan data untuk putaran poros diambil sebanyak 10 kali, kemudian dirata-ratakan.

Turbin angin darrieus-H pada penelitian ini terdiri atas beberapa bagian seperti pada Gambar 2:



Gambar 2 Bagian Dari Turbin Angin (Giri, 2016)

Keterangan Gambar:

1. Kipas angin
2. Rangka alat uji
3. Roda penyangga
4. *Pulley*
5. Beban
6. Terowongan angin
7. *Blade NACA 2415*
8. Neraca pegas
9. *Bearing*

### 2.1 Parameter Pengujian

Daya yang terdapat pada angin merupakan energi kinetik yang merupakan potensi daya yang terkandung pada udara yang bergerak yang diformulasikan pada persamaan 1 berikut (Hau, 2006):

$$P_a = 0,5 \cdot \rho \cdot A \cdot v^3 \quad (1)$$

Yang dalam hal ini:

$\rho$  : Massa jenis udara ( $\text{kg/m}^3$ )

$A$  : Luas sapuan ( $\text{m}^2$ )

$V$  : kecepatan angin ( $\text{m/s}$ )

Torsi adalah perkalian vektor antara jarak sumbu putar dengan gaya yang bekerja pada titik yang berjarak dari sumbu pusat dengan persamaan seperti yang dirumuskan pada persamaan 2 berikut (Prabowo, 2011):

$$T = r \cdot F \quad (2)$$

Yang dalam hal ini:

$T$  : torsi yang dihasilkan dari putaran poros (Nm)

$F$  : gaya pada poros akibat puntiran (N)

$r$  : jarak atau jari-jari lengan ke poros (m)

Daya turbin adalah kemampuan turbin dalam mengekstrak daya angin yang ada dengan menggunakan persamaan 3 berikut (Prabowo, 2011):

$$P_t = T \cdot \omega \quad (3)$$

Yang dalam hal ini:

$T$  : torsi (Nm)

$\omega$  : kecepatan sudut, ( $\text{rad/s}$ )

*Tip Speed Ratio* (TSR) adalah perbandingan antara kecepatan ujung sudu turbin angin yang berputar dengan kecepatan angin yang diformulasikan pada persamaan 4 berikut (Prabowo, 2011):

$$TSR = \frac{2 \pi r n}{60 v} \quad (4)$$

Yang dalam hal ini:

$r$  : jari-jari turbin angin (m)

$n$  : putaran poros turbin tiap menit (RPM)

$v$  : kecepatan angin ( $\text{m/s}$ )

Koefisien Daya (CP) adalah perbandingan antara daya yang dihasilkan oleh turbin ( $P_t$ ) dengan daya yang disediakan oleh angin ( $P_a$ ) sehingga dapat diformulasikan pada persamaan 5 berikut (Prabowo, 2011):

$$CP = \frac{P_t}{P_a} \cdot 100\% \quad (5)$$

Yang dalam hal ini:

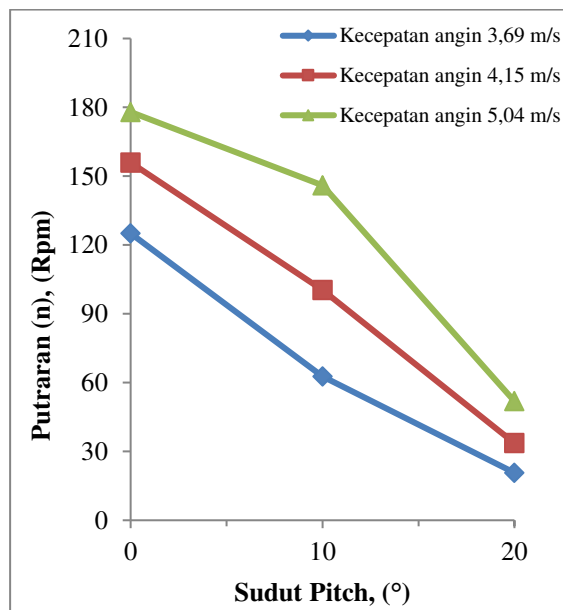
CP : koefisien daya (%)

$P_t$  : daya yang dihasilkan oleh turbin (watt)

$P_a$  : potensi daya yang ada pada angin (watt)

### 3. Hasil dan Pembahasan

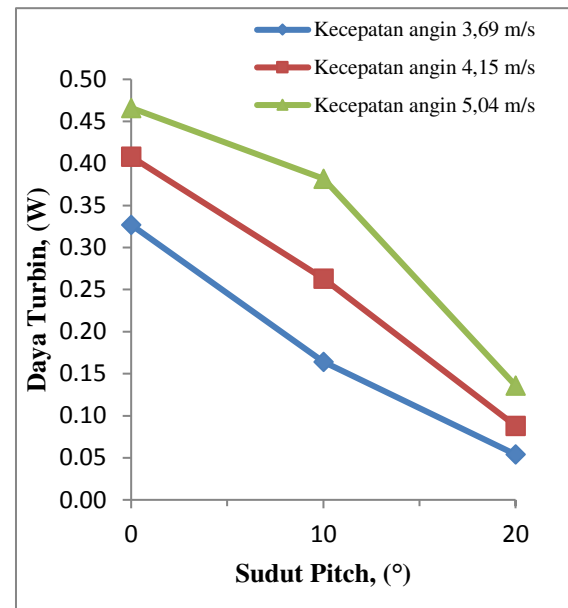
Berdasarkan dari data penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh grafik hasil perhitungan yang terdapat pada Gambar 3, berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa pengaruh sudut *pitch* sangat besar terhadap putaran poros yang dihasilkan, pada pengujian ini putaran tertinggi terdapat pada sudut *pitch* 0° dengan besar putaran 177,96 Rpm yaitu pada kecepatan angin 5,043 m/s, sedangkan pada kecepatan angin 3,69 m/s dengan sudut *pitch* 0° putaran yang dihasilkan adalah 125,04 Rpm dan pada kecepatan angin 4,153 m/s dengan sudut *pitch* 0° putaran yang dihasilkan ialah 155,92 Rpm, putaran terendah terdapat pada sudut *pitch* 20° di masing-masing kecepatan angin.



Gambar 3 Grafik hasil pengujian pengaruh sudut *pitch* terhadap putaran poros

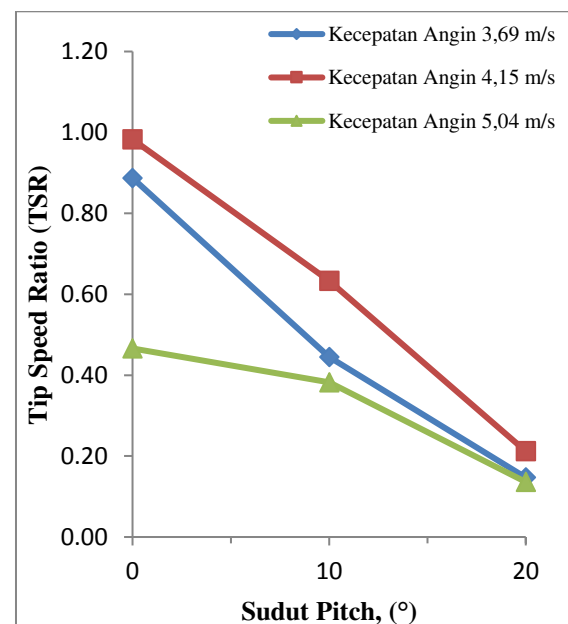
Berdasarkan Gambar 4 terlihat terjadi pengaruh besarnya sudut *pitch* terhadap daya turbin yang dihasilkan pada pengujian ini, bahwa hasil daya menunjukkan penurunan, dimana daya turbin yang tertinggi terletak pada kecepatan angin 5,04 m/s dengan sudut *pitch* 0° dengan besar daya 0,46 W, sedangkan pada kecepatan angin 3,69 m/s dan

4,15 m/s, daya tertinggi juga terletak pada sudut *pitch* 0° dan yang terendah pada sudut *pitch* 20°.



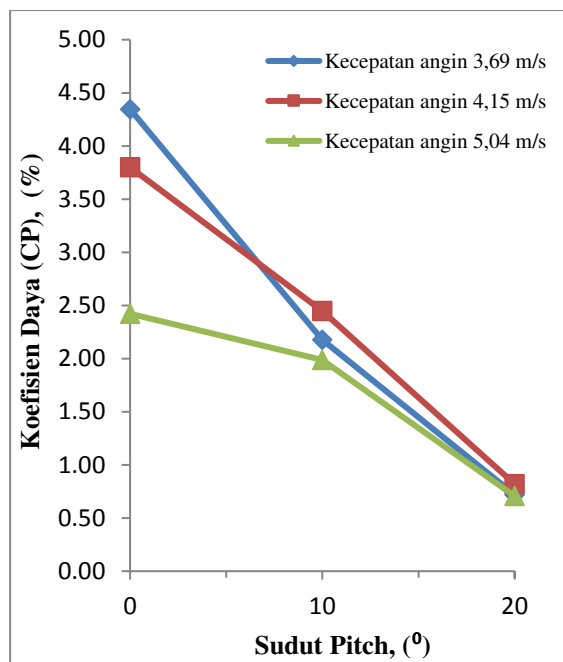
Gambar 4 Grafik hasil pengujian pengaruh sudut *pitch* terhadap daya turbin

Berdasarkan Gambar 5 terlihat terjadi pengaruh besarnya sudut *pitch* terhadap TSR yang dihasilkan pada pengujian ini, bahwa hasil daya menunjukkan penurunan, dimana nilai TSR yang tertinggi terdapat pada kecepatan angin 4,15 m/s dengan sudut *pitch* 0°, disetiap sudut *pitch* nilai TSR yang tertinggi terdapat pada kecepatan angin 4,15 m/s dan terendah terdapat pada kecepatan angin 5,04 m/s disetiap sudut *pitch*.



Gambar 5 Grafik hasil pengujian pengaruh sudut *pitch* terhadap TSR

Pada Gambar 6 merupakan grafik hasil perbandingan antara pengaruh variasi sudut *pitch* terhadap *Power Coefficient* (CP) yang dihasilkan oleh turbin yang mana menunjukkan efisiensi kemampuan turbin dalam mengekstrak daya angin menjadi daya turbin. Berdasarkan Gambar 6 terlihat terjadi pengaruh besarnya sudut *pitch* terhadap nilai CP yang dihasilkan pada pengujian ini, bahwa nilai CP mengalami kenaikan disetiap pengecilan sudut *pitch*, dimana nilai CP yang tertinggi terdapat pada kecepatan angin 3,69 m/s dengan sudut *pitch* 0° yaitu sebesar 4,34 %. Nilai CP mengalami penurunan terhadap perubahan sudut *pitch* yang makin besar disetiap kecepatan angin.



Gambar 6 Grafik hasil pengujian pengaruh sudut *pitch* terhadap CP

#### 4. Simpulan

Berdasarkan penelitian dan pengujian yang telah dilakukan terhadap turbin angin sumbu vertikal tipe darrieus H 4 blade dengan variasi sudut *pitch* pada *profile* naca 2415 dapat disimpulkan bahwa:

1. Putaran poros terbesar pada penelitian ini terdapat pada kecepatan angin 5,04 m/s dengan sudut *pitch* 0° sebesar 177,96 Rpm.
2. Pada penelitian ini daya maksimal terdapat pada kecepatan angin 5,04 m/s dengan sudut *pitch* 0° sebesar 0,466 W.
3. *Tip Speed Ratio* tertinggi terjadi pada kecepatan angin 4,15 m/s dengan sudut *pitch* 0° sebesar 0,98.

4. Efisiensi tubin angin vertikal tipe Darrieus H pada penelitian ini terjadi pada kecepatan angin 3,69 m/s dengan sudut *pitch* 0° sebesar 4,34 %.

#### Daftar Pustaka

1. Sugiono, Agus dkk, 2014, "Energy Development In Supporting Fuel Substitution Program" Outlook Energi Indonesia 2014, Pusat Teknologi Pengembangan Sumber Daya Energi dan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), ISBN 978-1328-02-06.
2. El-Samanoudy. M, A.A.E. Ghorab, Sh.Z. Youssef., 2010, *Effect Of Some Design Parameters On The Performance Of A Giromill Vertical Axis Wind Turbine*, Ain Shams Engineering Journal vol 1, pp. 85–95.
3. Giri Saputra, 2016. Kaji Eksperimental Turbin Angin Darrieus-H Dengan Bilah Tipe Naca 2415 . Universitas Riau, JOM Teknik Mesin vol. 3 No. 1.
4. Hau Erich, 2006, "Wind Turbines; Fundamentals, Technologies, Application, Economics". 2nd Edition. Springer-Verlag, Berlin Heidenberg. ISBN- 103-540 24240-6
5. Prabowo, Eko, Andryanto, Stefanus, 2011, "Unjuk Model Kincir Angin Poros Vertikal Dengan Empat Sudu Yang Membuka Dan Menutup Secara Otomatis Dengan Variasi Diameter", Universitas Sanata Dharma.
6. Herlamba, Siregar, Indra. 2014. Komparasi Kinerja Turbin Angin Sumbu Vertikal Darrieus Tipe-H Dengan Bilah Profil NACA 0018 Dengan Dan Tanpa Wind Deflector. Universitas Negeri Surabaya, Jurnal Teknik Mesin vol. 1 No. 1
7. Napitupulu, Ekawira. K, 2013, Uji Performansi Turbin Angin Tipe Darrieus-H Dengan Profil Sudu NACA 0012 Dan Analisa Perbandingan Efisiensi Menggunakan Variasi Jumlah Sudu Dan Sudut Pitch, Universitas Sumatra Utara, Jurnal Dinamis vol. II No. 14.
8. Mulyadi, 2010, "Analisis Aerodinamika Pada Sayap Pesawat Terbang Dengan Menggunakan Software Berbasis Computational Fluid Dynamics (CFD)", Universitas Gunadarma.